

## 明 細 書

### シェル型針状ころ軸受、コンプレッサ主軸の支持構造およびピストンポンプ駆動部の支持構造

#### 技術分野

- [0001] この発明は、シェル型針状ころ軸受と、シェル型針状ころ軸受を用いたコンプレッサ主軸の支持構造およびピストンポンプ駆動部の支持構造に関する。

#### 背景技術

- [0002] 外輪の内径面に沿って複数の針状ころを配列した針状ころ軸受には、絞り工程を含むプレス加工で形成されたシェル型外輪を用いるものがある。このシェル型外輪を用いるシェル型針状ころ軸受の用途は、製造コストが安価となる経済的優位性から多岐に渡っているが、近年、長寿命化を要求される用途が多くなっている。
- [0003] 従来のシェル型外輪のプレス加工の概略工程は、以下の通りである。まず、絞り工程で円形ブランクをカップ状に成形し、決め押し工程でカップ底コーナ部を所定のコーナ半径に決め押しする。こののち、底抜き工程でカップ底中央部を打ち抜いて外輪の一方の鏝を形成し、トリミング工程でカップ上端部を均一な高さにトリミングする。絞り工程または決め押し工程の後に、しごき工程を加える場合もある。通常、これらのプレス加工は、トランスファプレスや順送りプレスを用いて行われ、トランスファプレスを用いる場合は、円形ブランクの打ち抜き工程も一緒に組み込まれることが多い。なお、外輪の他方の鏝は、熱処理後の組立て工程で、カップ上端部を内方に折り曲げることにより形成される。
- [0004] 前記シェル型外輪のブランク素材には、SCM415等の肌焼鋼の鋼板が用いられ、所定の製品強度を確保するために、プレス加工後に浸炭焼入れ、焼戻し等の熱処理を施される。肌焼鋼の鋼板はSPCC等の軟鋼板に較べて炭素含有量が多く、絞り性の目安となる $r$ 値が低いので、絞り工程での絞り回数を複数回に分けて、1回当たりの絞り比を小さく設定している。
- [0005] このように、シェル型外輪は多数のプレス加工工程を経て形成されるので、金型の精度誤差や、加工工程ごとの不均一なひずみの累積により、筒部の真円度や偏肉

量等の寸法精度が削り加工で形成される外輪よりも劣り、軸受の寿命が短くなる。このようなシェル型針状ころ軸受の寿命を向上させることを目的として、シェル型外輪の熱処理を軸受組立て後に行い、かつ、この熱処理を浸炭窒化処理後に、さらに焼入れ、焼戻しするものとして、外輪の外径真円度を高めるとともに、各軸受部品の強度も高めるようにしたシェル型針状ころ軸受の製造方法がある(例えば、特許文献1参照。 )。

- [0006] 一方、エアコンディショナ用等のコンプレッサには、圧縮動作部材を主軸の回転駆動で動作させ、この主軸のラジアル荷重をコンプレッサ内に配置された針状ころ軸受で支持した支持構造を採用したものがある(例えば、特許文献2参照。 )。針状ころ軸受は軸受投影面積が小さい割に高負荷容量と高剛性が得られる利点を有しており、コンプレッサ主軸の支持構造をコンパクトに設計できる。
- [0007] 前記コンプレッサ主軸の支持構造に採用される針状ころ軸受は、冷媒が混入すること等で潤滑状態が希薄となり、かつ、主軸が高速回転するので、針状ころが転走する外輪の内径面にスミアリング等の表面損傷や表面起点型の剥離が発生して、軸受寿命が短くなることがある。また、自動車のエアコンディショナ用コンプレッサでは、針状ころの転走に伴う軸受使用中の騒音を低くすることが要求される。
- [0008] また、自動車のアンチロックブレーキシステム(ABS)やトラクションコントロール(TRC)等の自動ブレーキシステムには、リザーバタンクのブレーキ液をマスタシリンダへ送るピストンポンプが装備されている。この種のオイル等を圧送するピストンポンプには、電動モータの出力軸であるアーマチャシャフトに偏心部を設け、この偏心部に嵌着した転がり軸受で往復駆動されるピストンを衝合支持するようにしたものがある(例えば、特許文献3参照。 )。このようなピストンを衝合支持する転がり軸受に、針状ころ軸受を採用したものもある(例えば、特許文献4参照。 )。
- [0009] 前記ピストンポンプ駆動部の支持構造に採用される針状ころ軸受は、低粘度のオイル(ブレーキ液)が混入すること等で潤滑状態が希薄となり、かつ、ピストンが衝合する外輪の内径面を針状ころが高速で転走するので、この転走面で油膜切れが生じやすい。このため、外輪の内径面にスミアリング等の表面損傷や表面起点型の剥離が発生して、軸受寿命が短くなることがある。また、ABSやTRC等の自動車のブレーキ

システムに装備されるピストンポンプでも、針状ころの転走に伴う軸受使用中の騒音を低くすることが要求される。

[0010] 特許文献1:特許第3073937号公報(第1-2頁、第1-3図)

特許文献2:特許第2997047号公報(第2頁、第10-12図)

特許文献3:特開平8-182254号公報(第2頁、第7図)

特許文献4:特開2001-187915号公報(第2頁、第9図)

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0011] 特許文献1に記載されたシェル型針状ころ軸受の製造方法は、軸受組立て後に熱処理を行うことにより、シェル型外輪の熱ひずみを低減してその外径真円度を高めることができるが、シェル型外輪のプレス加工工程は従来と同じであるので、内径真円度や筒部の偏肉量はあまり改善されない。ちなみに、従来のシェル型外輪の内径真円度は、内径が25mm程度のもので $15\sim 40\mu\text{m}$ であり、特許文献1に記載された製造方法のものでも $10\mu\text{m}$ を超える。また、筒部偏肉量は、特許文献1に記載された製造方法のものも含めて、内径が25mm程度のもので $10\sim 20\mu\text{m}$ である。

[0012] このため、潤滑を含めた使用条件が非常に厳しいエアコンディショナ用等のコンプレッサ主軸の支持構造や、ピストンポンプ駆動部の支持構造に用いられるシェル型針状ころ軸受では、特許文献1に記載された製造方法によるものであっても、十分に満足できる長寿命化は達成されていない。

[0013] また、プレス加工で形成されるシェル型外輪は、削り加工で形成される外輪よりも内径面の面粗度が粗くなる。通常、削り加工で形成される外輪の内径面の面粗度は $Ra0.05\mu\text{m}$ 程度であるのに対して、シェル型外輪の内径面の面粗度は $Ra0.4\mu\text{m}$ 程度である。このため、従来のシェル型針状ころ軸受は、内径面での針状ころの転走に伴う使用中の音響が大きく、特に、騒音の発生を厳しく嫌う自動車用エアコンディショナのコンプレッサ主軸の支持構造や、ABSやTRC等の自動車ブレーキシステムに装備されるピストンポンプ駆動部の支持構造等の用途には適用できない問題がある。

[0014] そこで、この発明の課題は、コンプレッサ主軸の支持構造やピストンポンプ駆動部

の支持構造等に用いられるシェル型針状ころ軸受を長寿命化することと、使用中の音響レベルを低減することである。

#### 課題を解決するための手段

- [0015] 上記の課題を解決するために、この発明は、プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の内径面の面粗度を外径面の面粗度よりも細かくした構成を採用した。
- [0016] すなわち、シェル型外輪の内径面の面粗度を外径面よりも細かくすることにより、この内径面での針状ころの転走に伴う使用中の音響レベルを低減できるようにした。
- [0017] 前記外輪内径面の周方向面粗度は、 $Ra0.05\sim0.3\mu m$ とするのが好ましい。周方向面粗度の下限を $Ra0.05\mu m$ としたのは、これよりも周方向面粗度が細かくなると内径面が滑らかになり過ぎると、転走する針状ころの弾性接触領域に保持される潤滑油が少なくなり、スミアリング等の表面損傷が生じやすくなるからである。周方向面粗度の上限を $Ra0.3\mu m$ としたのは、以下の理由による。
- [0018] 本発明者らは、シェル型外輪の内径面の面粗度を変えたシェル型針状ころ軸受について、回転試験機を用いた音響測定試験を行い、内径面の周方向面粗度を細かくすると軸受の音響レベルが効果的に低減されることを知見し、後の図4に示すように、これを $Ra0.3\mu m$ 以下にすると、音響レベルを大幅に低減できることを確認した。
- [0019] この内径面の周方向面粗度が音響レベルの低減に特に効果があるのは、つぎのように考えられる。すなわち、針状ころのころ径に対してころの回転方向の凹凸(周方向面粗度)がある程度以上に粗くなると、針状ころの上下振動が大きくなって大きな音響が発生する。針状ころのころ径は比較的小さいので、周方向面粗度が $Ra0.3\mu m$ を超えると、大きな音響が発生するものと思われる。
- [0020] 前記外輪内径面の軸方向面粗度は、 $Ra0.3\mu m$ 以下とするのが好ましい。針状ころはころ径に較べてころ長が大きい。したがって、外輪内径面の幅方向の凹凸(軸方向面粗度)も針状ころの上下振動に影響し、軸方向面粗度が $Ra0.3\mu m$ を超えると、音響が大きくなるものと思われる。
- [0021] また、この発明は、プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の内径真円度を10

$\mu\text{m}$ 以下とした構成も採用した。

- [0022] 本発明者らは、シェル型外輪の内径真円度を変えたシェル型針状ころ軸受について軸受寿命試験を行い、後の図5に示すように、内径真円度と軸受寿命は良い相関関係を有し、内径真円度を $10\mu\text{m}$ 以下にすると、今後要求される厳しい条件下でも十分な長寿命化を達成できることを確認した。
- [0023] さらに、この発明は、プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の筒部偏肉量を $10\mu\text{m}$ 未満とした構成も採用した。
- [0024] 本発明者らは、シェル型外輪の筒部偏肉量を変えたシェル型針状ころ軸受について軸受寿命試験を行い、後の図6に示すように、外輪の筒部偏肉量と軸受寿命は良い相関関係を有し、軸方向偏肉量を $10\mu\text{m}$ 未満にすると、厳しい使用条件下でも十分な長寿命化を達成できることを確認した。
- [0025] 前記シェル型外輪の内径真円度や筒部偏肉量の低減が軸受の長寿命化に効果があるのは、内径面での針状ころの転走が円滑になり、ころのスリップやがたつき等による内径面での局所的な摩耗や応力集中が抑制されるためと考えられる。
- [0026] 前記外輪の内径面の面粗度を外径面の面粗度よりも細かくする手段、前記外輪の内径真円度を $10\mu\text{m}$ 以下とする手段、または前記外輪の筒部偏肉量を $10\mu\text{m}$ 未満とする手段としては、前記シェル型外輪を形成するプレス加工にしごき工程を設け、このしごき工程における前記外輪の外径面となる外径側しごき面での潤滑条件を、略流体潤滑状態とする手段を採用することができる。
- [0027] 本発明者らは、プレス試験機を用いて、SCM415鋼板の絞りしごき試験を行い、カップ成形物の内外径面の面粗度、内径真円度および筒部偏肉量を調査した。この結果、ダイス側(カップ成形物の外径側しごき面)に潤滑性の優れた高粘度プレス加工油を塗布すると、シェル型外輪の内径面となるカップ成形物の内径面における面粗度が外径面よりも細かくなること、および内径真円度と筒部偏肉量が改善されることを見出した。
- [0028] まず、前記面粗度の調査結果については、図11にその一例を示すが、ブランク素材の面粗度は表裏面とも $Ra0.49\mu\text{m}$ 程度であるのに対して、カップ成形物内径面

の面粗度は $Ra0.15\mu m$ と非常に細かくなっている。カップ成形物外径面の面粗度は $Ra0.44\mu m$ であり、ブランク素材の面粗度とあまり変わっていない。なお、図11に示すカップ成形物内外径面の面粗度は、いずれも軸方向に測定したものであるが、周方向に測定した面粗度もこれらとほぼ同等であった。この測定結果は、通常の絞りしごき加工で観察されるものと逆であり、通常の絞りしごき加工では、ダイスでしごかれるカップ成形物外径面の方が細かい面粗度となり、内径面の面粗度はブランク素材の面粗度とあまり変わらない。

[0029] これらの調査結果は、以下のように考えられる。すなわち、カップ成形物外径面の面粗度が素材の面粗度とあまり変わらなかったのは、カップ成形物の外径側しごき面では、加工される素材とダイスが殆ど接触しない略流体潤滑状態であったと考えられる。このようにダイス側の潤滑条件を略流体潤滑状態にすると、ダイスとの摩擦に起因する外径側しごき面での剪断力が殆どなくなって、ポンチとダイスの間のしごき部における応力が板厚方向で均一な圧縮応力状態となり、つぎの図12で検証されるように、素材が板厚方向で均一に減厚変形するようになる。

[0030] 図12は、前記カップ成形物の上端部の板厚断面写真を示す。上記推定を検証するように、ダイス側に潤滑性の優れたプレス加工油を塗布したカップ成形物の上端部は、板厚方向で均一に軸方向へ延伸している。このように、素材が板厚方向で均一に減厚変形して軸方向へ延伸すると、ポンチに接触するカップ成形物の内径面がポンチ表面に沿って軸方向へ相対移動し、この相対移動によるポンチ表面との摺動で内径面の面粗度が細かくなったものと考えられる。一方、通常の絞りしごき加工によるカップ成形物の上端部は、外径面側が著しく軸方向に延伸している。これは、ダイスとの摩擦に起因する剪断力でカップ成形物の外径面側が優先的に減厚変形し、内径面側があまり減厚変形しないからである。このように、内径面側があまり減厚変形しない通常の絞りしごき加工では、カップ成形物の内径面がポンチ表面と殆ど相対移動しないので、その面粗度は素材とあまり変わらない。

[0031] 前記外径側しごき面での潤滑条件を略流体潤滑状態とする加工方法では、図12に示したように、カップ成形物の上端面が板厚方向で均一になるので、ブランク径を小さくして歩留も向上させることができる。また、ブランク径を小さくすることにより、絞り

加工に必要なプレス荷重も低減される。

[0032] つぎに、前記内径真円度と筒部偏肉量については、後の表1に示すように、内径真円度は $10\mu\text{m}$ 以下に、筒部偏肉量は $10\mu\text{m}$ 未満に低減されることを確認した。これらの調査結果は、以下のように考えられる。すなわち、上述したように、しごき加工におけるダイス側の潤滑条件が略流体潤滑状態とされて素材が板厚方向で均一に減厚変形すると、カップ成形物の筒部偏肉量が低減されるとともに、ポンチに接触するカップ成形物の内径面がポンチ表面に沿って軸方向へ相対移動してポンチ外径面の形状になじみ、ポンチから離型後もカップ成形物の内径真円度が良好に保持されるものと考えられる。一方、通常の絞りしごき加工では、カップ成形物の内径面側はあまり減厚変形せず、ポンチ表面とも殆ど相対移動しないので、カップ成形物の内径真円度や筒部偏肉量はあまり改善されない。

[0033] 前記プレス加工の絞り工程での絞り回数を3回以下とし、前記しごき工程を、最終回の前記絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とすることにより、プレス加工用の金型数と工程数を減らし、製造コストを低減することができる。また、絞り回数を減らすことにより、各金型の設定誤差等に起因する外輪の寸法精度低下も抑制される。

[0034] なお、絞りしごき加工では、単なる絞り加工よりも大きな絞り比が得られることが知られている。すなわち、絞り加工では縮みフランジの変形抵抗とフランジ部でのしわ押さえ力に起因する引張応力によるポンチ肩部での破断で絞り限界が決まるが、絞りしごき加工では、このポンチ肩部に作用するフランジ側からの引張応力がしごき部で遮断されるので、絞り限界が高くなって大きな絞り比を得ることができる。

[0035] 前記絞り工程での絞り回数を1回とし、前記しごき工程をこの1回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とすることにより、製造コストの低減と外輪の寸法精度向上を、さらに促進することができる。

[0036] また、この発明は、コンプレッサの圧縮動作部材を主軸の回転駆動で動作させ、この主軸のラジアル荷重をコンプレッサ内に配置された針状ころ軸受で支持するコンプレッサ主軸の支持構造において、前記針状ころ軸受を、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受とした構成を採用した。

[0037] さらに、この発明は、ピストンポンプの駆動部をモータ出力軸の偏心部に嵌着した

針状ころ軸受で衝合支持するピストンポンプ駆動部の支持構造において、前記針状ころ軸受を、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受とした構成も採用した。

### 発明の効果

- [0038] この発明のシェル型針状ころ軸受は、シェル型外輪の内径面の面粗度を外径面よりも細かくし、好ましくは、その周方向面粗度を $Ra0.05 \sim 0.3 \mu m$ としたので、低コストなシェル型のものでありながら、スミアリング等の表面損傷を発生させることなく、軸受使用中の音響レベルを低減できる。したがって、騒音の発生を嫌う用途に好適に使用することができる。
- [0039] また、この発明のシェル型針状ころ軸受は、シェル型外輪の内径真円度を $10 \mu m$ 以下としたので、軸受寿命を大幅に延長して、十分に満足できる長寿命化と低コスト化を達成することができる。
- [0040] さらに、この発明のシェル型針状ころ軸受は、シェル型外輪の筒部偏肉量を $10 \mu m$ 未満としたので、軸受寿命を大幅に延長して、十分に満足できる長寿命化と低コスト化を達成することができる。
- [0041] 前記外輪の内径面の面粗度を外径面の面粗度よりも細かくする手段、外輪の内径真円度を $10 \mu m$ 以下とする手段、または外輪の筒部偏肉量を $10 \mu m$ 未満とする手段を、シェル型外輪を形成するプレス加工にしごき工程を設け、このしごき工程における外輪の外径面となる外径側しごき面での潤滑条件を略流体潤滑状態としたものとするにより、カップ成形物の上端面が板厚方向で均一に近くなるので、ブランク径を小さくして歩留を向上させるとともに、絞り加工に必要なプレス荷重も低減することができる。
- [0042] 前記絞り工程での絞り回数を3回以下とし、しごき工程を、最終回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とすることにより、プレス加工用の金型数と工程数を減らし、製造コストを低減することができる。また、絞り回数を減らすことにより、各金型の設定誤差等に起因する外輪の寸法精度低下も抑制することができる。
- [0043] 前記絞り工程での絞り回数を1回とし、しごき工程をこの1回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とすることにより、製造コストの低減と外輪の寸法精度向上を、さらに促進することができる。



[0044] また、この発明のコンプレッサ主軸の支持構造は、コンプレッサ主軸のラジアル荷重を支持する針状ころ軸受に、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受を用いたので、コンプレッサ運転中の騒音を低減できるとともに、軸受部を長寿命化することができる。

[0045] さらに、この発明のピストンポンプ駆動部の支持構造は、ピストンポンプ駆動部を衝合支持する針状ころ軸受に、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受を用いたので、ピストンポンプ作動中の音響レベルを低減できるとともに、軸受部を長寿命化することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0046] [図1]シェル型針状ころ軸受の実施形態を示す縦断面図

[図2]図1のシェル型針状ころ軸受の概略の製造工程を示す工程図

[図3]a、bは、それぞれ図2の製造工程で製造したシェル型外輪内径面の周方向と軸方向の面粗度を示すグラフ

[図4]シェル型針状ころ軸受の音響測定試験における外輪内径面の周方向面粗度と音響レベルの関係を示すグラフ

[図5]シェル型針状ころ軸受の軸受寿命試験におけるシェル型外輪の内径真円度とL10寿命の関係を示すグラフ

[図6]シェル型針状ころ軸受の軸受寿命試験におけるシェル型外輪の筒部偏肉量とL10寿命の関係を示すグラフ

[図7]第1の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す縦断面図

[図8]第2の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す縦断面図

[図9]第3の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す縦断面図

[図10]本発明に係るピストンポンプ駆動部の支持構造を採用した自動車のABS用ピストンポンプと電動モータを示す縦断面図

[図11]絞りしごき試験におけるカップ成形物内外径面の面粗度とブランク素材の面粗

度を示すグラフ

[図12]絞りしごき試験におけるカップ成形物上端部の板厚断面写真

符号の説明

[0047] 1 シェル型針状ころ軸受

2 シェル型外輪

2a 内径面

3 針状ころ

4 保持器

5a、5b 罫

11 主軸

12 斜板

13 シュー

14 ピストン

14a 凹部

15 ハウジング

16 スラスト針状ころ軸受

17 ボア

18 球面座

21 主軸

22 連結部材

22a 傾斜面

23 ボール

24 スラスト針状ころ軸受

25 斜板

26 ピストンロッド

27 ピストン

28 ハウジング

29 スラスト針状ころ軸受

- 31 主軸
- 32 連結部材
- 33 スリーブ
- 34 スラスト針状ころ軸受
- 35 斜板
- 36 ピストンロッド
- 37 ピストン
- 38 ハウジング
- 39 スラスト針状ころ軸受
- 41 ピストンポンプ
- 42 電動モータ
- 43 アーマチュア
- 44 アーマチュアシャフト
- 44a 偏心部
- 45 ポンプハウジング
- 45a 凹部
- 46 玉軸受
- 47 ピストン
- 48 吸引口
- 49 吐出口

#### 発明を実施するための最良の形態

[0048] 以下、図面に基づき、この発明の実施形態を説明する。図1に示すように、このシェル型針状ころ軸受1は、プレス加工で形成されたSCM415製シェル型外輪2の内径面2aに沿って、複数の針状ころ3を配列したものであり、各針状ころ3は、同じくプレス加工で形成されたSPCC製保持器4によって保持されている。外輪2の両端部には鏝5a、5bが形成されている。

[0049] 図2は、前記シェル型外輪2を製造する概略の工程を示す。まずプレス加工により、SCM415リン酸塩皮膜処理鋼板の円形ブランクが、1回の絞りしごき工程でカップ成

形物とされ、決め押し工程でカップ底コーナ部が所定のコーナ半径に決め押し成形される。絞りしごき工程では、ダイス側に潤滑性の優れたプレス加工油が塗布され、外径側しごき面での潤滑条件が略流体潤滑状態とされる。つぎに、底抜き工程でカップ底中央部が打ち抜かれて外輪2の一方の鏝5a(図1参照)が形成され、トリミング工程でカップ上端部が均一な高さにトリミングされる。こののち、プレス加工された外輪2は、熱処理工程で浸炭焼入れ、焼戻し処理を施され、最後の組立て工程で、他方の鏝5b(図1参照)が内方への折り曲げ加工により形成される。

[0050] 上述した実施形態では、外輪のプレス加工における絞り工程を1回のみとし、しごき工程をこの1回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程としたが、絞り工程を3回以下の複数回とし、しごき工程を最終回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程としてもよく、しごき工程を絞り工程または決め押し工程の後で別に行ってもよい。また、特許文献1に記載されたもののよう、軸受組立て後に熱処理を行ってもよい。

[0051] 図2の製造工程で製造したシェル型外輪2について、その内径面2aの周方向と軸方向の面粗度を測定した。測定した外輪2の寸法は、外径28mm、長さ16mm、肉厚0.95mmである。この測定には東京精密社製の表面粗さ測定機(サーフコム)を用い、外輪1を半円筒状に2分割して内径面2の面粗度を測定した。周方向面粗度は、外輪2の両端から各2mmの位置と長さ方向中央位置の3箇所で測定し、軸方向面粗度は、周方向に90°の位相で4箇所測定した。なお、図11に示したように、ブランク素材の面粗度は表裏面ともRa0.49 $\mu$ m程度、外輪2の外径面となるカップ成形物外径面の面粗度は、周方向、軸方向ともRa0.44 $\mu$ m程度である。

[0052] 図3(a)、(b)は、上記面粗度の測定結果の一例を示す。図3(a)は、外輪2の長さ方向中央位置で測定した周方向面粗度であり、Ra0.18 $\mu$ mと非常に細かくなっている。図示は省略するが、両端から各2mmの位置で測定した周方向面粗度もRa0.05〜0.3 $\mu$ mの範囲にあり、ブランク素材や外径面の面粗度よりも細かくなっている。図3(b)は、1つの位相で測定した軸方向面粗度であり、Ra0.15 $\mu$ mとなっている。図示は省略するが、他の位相で測定した軸方向面粗度も、いずれもRa0.3 $\mu$ m以下と非常に細かくなっている。

[0053] [実施例A]

実施例として、上記外輪内径面の周方向面粗度を $Ra0.05\sim0.3\mu m$ としたシェル型針状ころ軸受を用意した。これらの実施例のものは軸方向面粗度も $Ra0.3\mu m$ 以下となっている。比較例として、外輪内径面の周方向面粗度が $Ra0.3\mu m$ を超えるシェル型針状ころ軸受も用意した。シェル型針状ころ軸受の寸法は、実施例、比較例とも外径28mm、長さ16mmである。

[0054] 上記実施例および比較例の各シェル型針状ころ軸受を回転試験機に取り付け、音響測定試験を行った。試験条件は、以下の通りである。

- ・回転速度:4800rpm
- ・ラジアル荷重:180N
- ・潤滑:粘度2cSt油塗布
- ・音響測定位置:軸受から $45^\circ$  方向で距離100mmの位置

[0055] 図4は、上記音響測定試験における音響レベルの測定結果を示す。この測定結果より、内径面の周方向面粗度を $Ra0.05\sim0.3\mu m$ とした実施例のものは、いずれも音響レベルが60dB以下となり、比較例のものに較べて音響レベルが著しく低減されていることが分かる。

[0056] [実施例B]

表1は、図2の製造工程で製造したシェル型外輪(実施例1〜6)と、従来の製造工程で製造したシェル型外輪(比較例1〜6)について、その内径真円度と筒部偏肉量を測定した結果を示す。測定した外輪の寸法は、外径28mm、長さ16mm、肉厚0.95mmであり、実施例Aのものと同じサイズである。内径真円度と筒部偏肉量の軸方向での測定位置は、前記内径面の周方向面粗度の測定位置と同じ3箇所とし、筒部偏肉量については、これらの各軸方向位置で周方向に $90^\circ$  の位相で4箇所、合計12箇所で測定した。内径真円度の測定にはテーラーホブソン社製の真円度測定機(タリロンド)を用い、筒部偏肉量の測定にはマイクロメータを用いた。実施例のものは、いずれも内径真円度が $10\mu m$ 以下、筒部偏肉量が $10\mu m$ 未満となっている。なお、比較例1は、特許文献1に記載された製造方法で製造したものである。

[0057] [表1]

シェル型外輪	内径真円度( $\mu\text{m}$ )	筒部偏肉量( $\mu\text{m}$ )
実施例 1	9	3
実施例 2	8	4
実施例 3	10	3
実施例 4	9	5
実施例 5	8	7
実施例 6	10	9
比較例 1	12	11
比較例 2	18	18
比較例 3	19	14
比較例 4	20	17
比較例 5	22	15
比較例 6	23	19

[0058] 表1に示した実施例および比較例のシェル型針状ころ軸受について、軸受寿命試験を行った。各実施例および比較例のサンプル数は8個とし、軸受寿命はL10寿命(サンプルの90%が破損しないで使える時間)で評価した。試験条件は、以下の通りである。

- ・アキシアル荷重:9.81kN
- ・回転速度:5000rpm
- ・潤滑油:スピンドル油VG2

[0059] 上記軸受寿命試験の結果を図5および図6に示す。図5は内径真円度とL10寿命の関係、図6は筒部偏肉量とL10寿命の関係である。シェル型外輪の内径真円度が $10\mu\text{m}$ 以下、筒部偏肉量が $10\mu\text{m}$ 未満である各実施例のものは、いずれもL10寿命が200時間を超え、軸受寿命が大幅に延長されている。したがって、図2の製造工程で製造されたシェル型外輪を有するシェル型針状ころ軸受は、音響レベルの低減だけでなく、軸受寿命も大幅に向上することが分かる。

[0060] 図7は、本発明に係る第1の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用した自動車のエアコンディショナ用コンプレッサを示す。このコンプレッサは、主軸11に固定された斜板12の回転により、斜板12上を摺動するシュー13を介して、圧縮動作部材であるピストン14を往復動作させる両斜板タイプのコンプレッサである。高速で回転駆動される主軸11は、冷媒が存在するハウジング15内で、上述した本発明に係る2つのシェル型針状ころ軸受1でラジアル方向を支持され、スラスト方向をスラスト針状

ころ軸受16で支持されている。

- [0061] 前記ハウジング15には周方向に等間隔で複数のシリンダボア17が形成され、各ボア17内に両頭形のピストン14が往復自在に収納されている。各ピストン14には斜板12の外周部を跨ぐように凹部14aが形成され、この凹部14aの軸方向対向面に形成された球面座18に、球状のシュー13が着座されている。このシュー13は半球状のものもあり、斜板12の回転運動を各ピストン14の往復運動に円滑に変換する働きをする。
- [0062] 図8は、第2の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す。このコンプレッサは片斜板タイプのコンプレッサであり、主軸21に連結された連結部材22の回転により、連結部材22の傾斜面22aにボール23とスラスト針状ころ軸受24で支持された斜板25を揺動運動させ、この斜板25の揺動運動をピストンロッド26を介して、片頭形のピストン27の往復運動に変換するものである。この主軸21はハウジング28内で、ラジアル方向を本発明に係る1つのシェル型針状ころ軸受1で支持され、スラスト方向を連結部材22を介してスラスト針状ころ軸受29で支持されている。
- [0063] 図9は、第3の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す。このコンプレッサは片斜板タイプの可変容量コンプレッサであり、主軸31に連結された連結部材32の傾斜角度が、主軸31に嵌めこまれたスリーブ33を軸方向へスライドさせることにより、変更可能とされている。連結部材32にスラスト針状ころ軸受34で支持された斜板35の揺動運動は、第2の実施形態のものと同様に、ピストンロッド36を介して、片頭形のピストン37の往復運動に変換される。この主軸31はハウジング38内で、ラジアル方向を本発明に係る2つのシェル型針状ころ軸受1で支持され、スラスト方向をスラスト針状ころ軸受39で支持されている。
- [0064] 図10は、本発明に係るピストンポンプ駆動部の支持構造を採用した自動車のABS用ピストンポンプ41と、これを駆動する電動モータ42を示す。電動モータ42の出力軸であるアーマチュア43のアーマチュアシャフト44は、ポンプハウジング45にピストンポンプ41と直角に形成された凹部45aに一对の玉軸受46で支持され、その偏心部44aに嵌着された本発明に係るシェル型針状ころ軸受1に、ピストンポンプ41のピ

ストン47が衝合支持されている。したがって、電動モータ42を回転駆動することにより、シェル型針状ころ軸受1に衝合支持されたピストン47が往復駆動され、ブレーキ液がポンプハウジング45に設けられた吸引口48から吸引されて、吐出口49から吐出される。なお、図示は省略するが、吸引口48はリザーバタンクに接続され、吐出口49はマスタシリンダに接続される。



## 請求の範囲

- [1] プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の内径面の面粗度を外径面の面粗度よりも細かくしたことを特徴とするシェル型針状ころ軸受。
- [2] 前記外輪内径面の周方向面粗度を $Ra0.05\sim0.3\mu m$ とした請求項1に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [3] 前記外輪内径面の軸方向面粗度を $Ra0.3\mu m$ 以下とした請求項2に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [4] プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の内径真円度を $10\mu m$ 以下としたことを特徴とするシェル型針状ころ軸受。
- [5] プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の筒部偏肉量を $10\mu m$ 未満としたことを特徴とするシェル型針状ころ軸受。
- [6] 前記外輪の内径面の面粗度を外径面の面粗度よりも細かくする手段、前記外輪の内径真円度を $10\mu m$ 以下とする手段、または前記外輪の筒部偏肉量を $10\mu m$ 未満とする手段が、前記シェル型外輪を形成するプレス加工にしごき工程を設け、このしごき工程における前記外輪の外径面となる外径側しごき面での潤滑条件を、略流体潤滑状態とするものである請求項1乃至5のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。
- [7] 前記プレス加工の絞り工程での絞り回数を3回以下とし、前記しごき工程を、最終回の前記絞り工程と同時にを行う絞りしごき工程とした請求項6に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [8] 前記絞り工程での絞り回数を1回とし、前記しごき工程をこの1回の絞り工程と同時にを行う絞りしごき工程とした請求項7に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [9] 前記シェル型外輪の素材をリン酸塩皮膜処理鋼板とした請求項6乃至8のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。
- [10] コンプレッサの圧縮動作部材を主軸の回転駆動で動作させ、この主軸のラジアル

荷重をコンプレッサ内に配置された針状ころ軸受で支持するコンプレッサ主軸の支持構造において、前記針状ころ軸受を、請求項2乃至9のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受としたことを特徴とするコンプレッサ主軸の支持構造。

- [11] ピストンポンプの駆動部をモータ出力軸の偏心部に嵌着した針状ころ軸受で衝合支持するピストンポンプ駆動部の支持構造において、前記針状ころ軸受を、請求項2乃至9のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受としたことを特徴とするピストンポンプ駆動部の支持構造。

円形ブランク

絞りしごき工程

カップ成形物

決め押し工程

底抜き工程

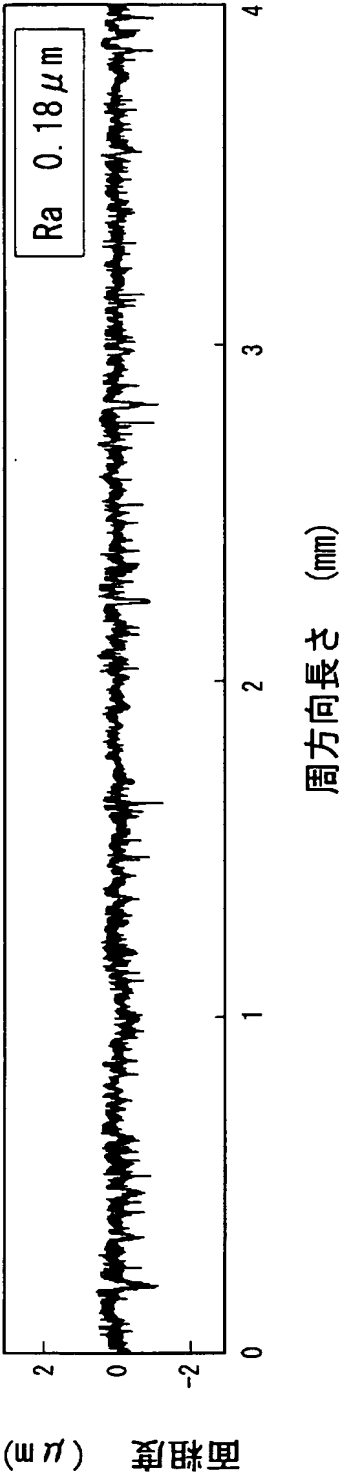
トリミング工程

熱処理工程

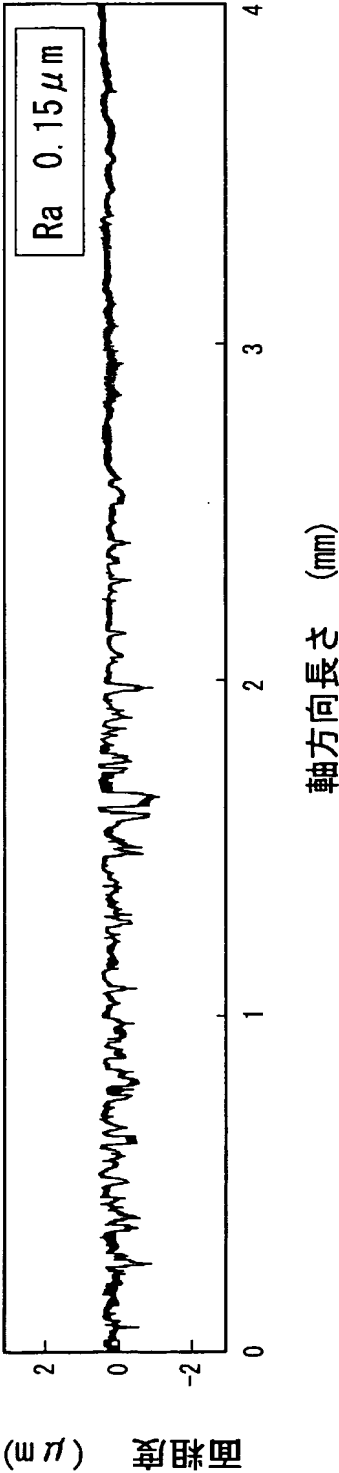
組立て工程

[図3]

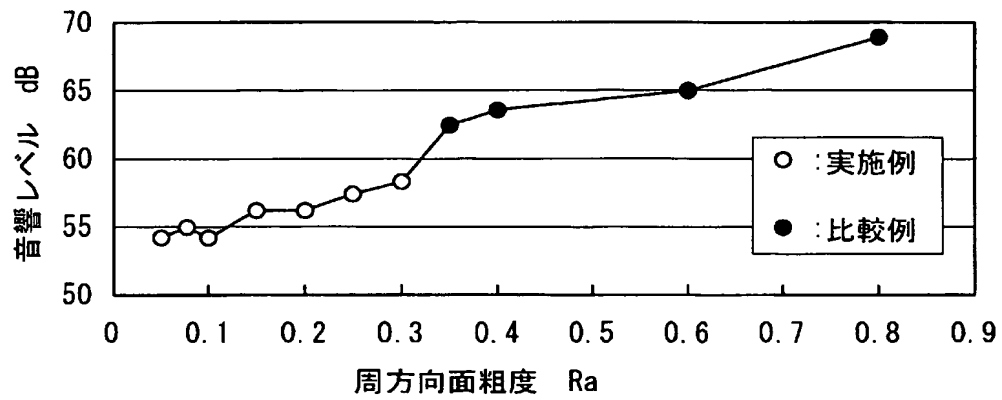
(a)



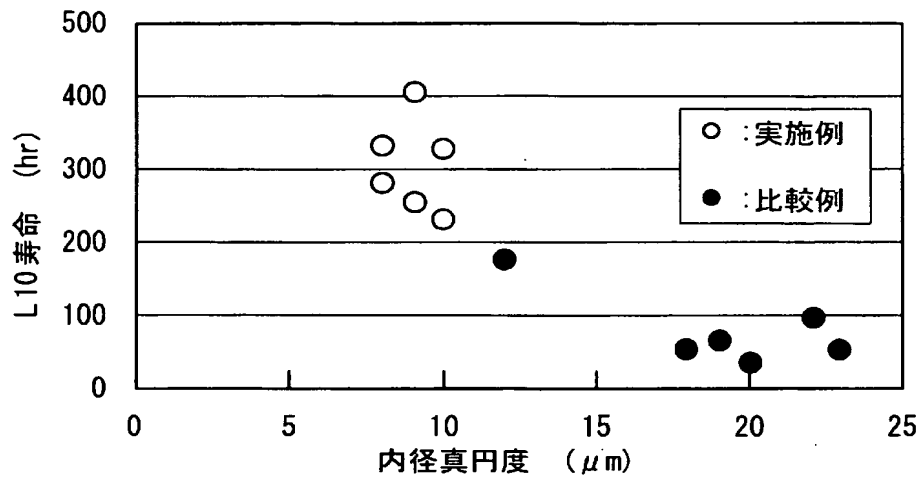
(b)



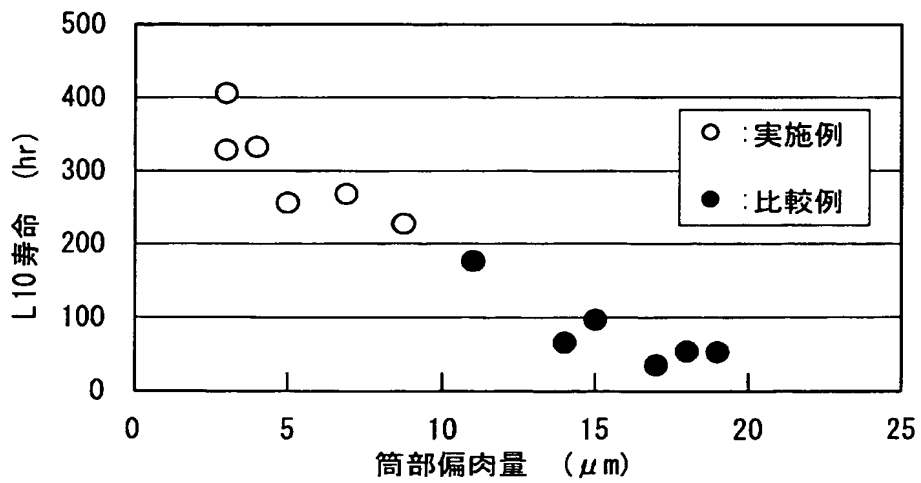
[図4]



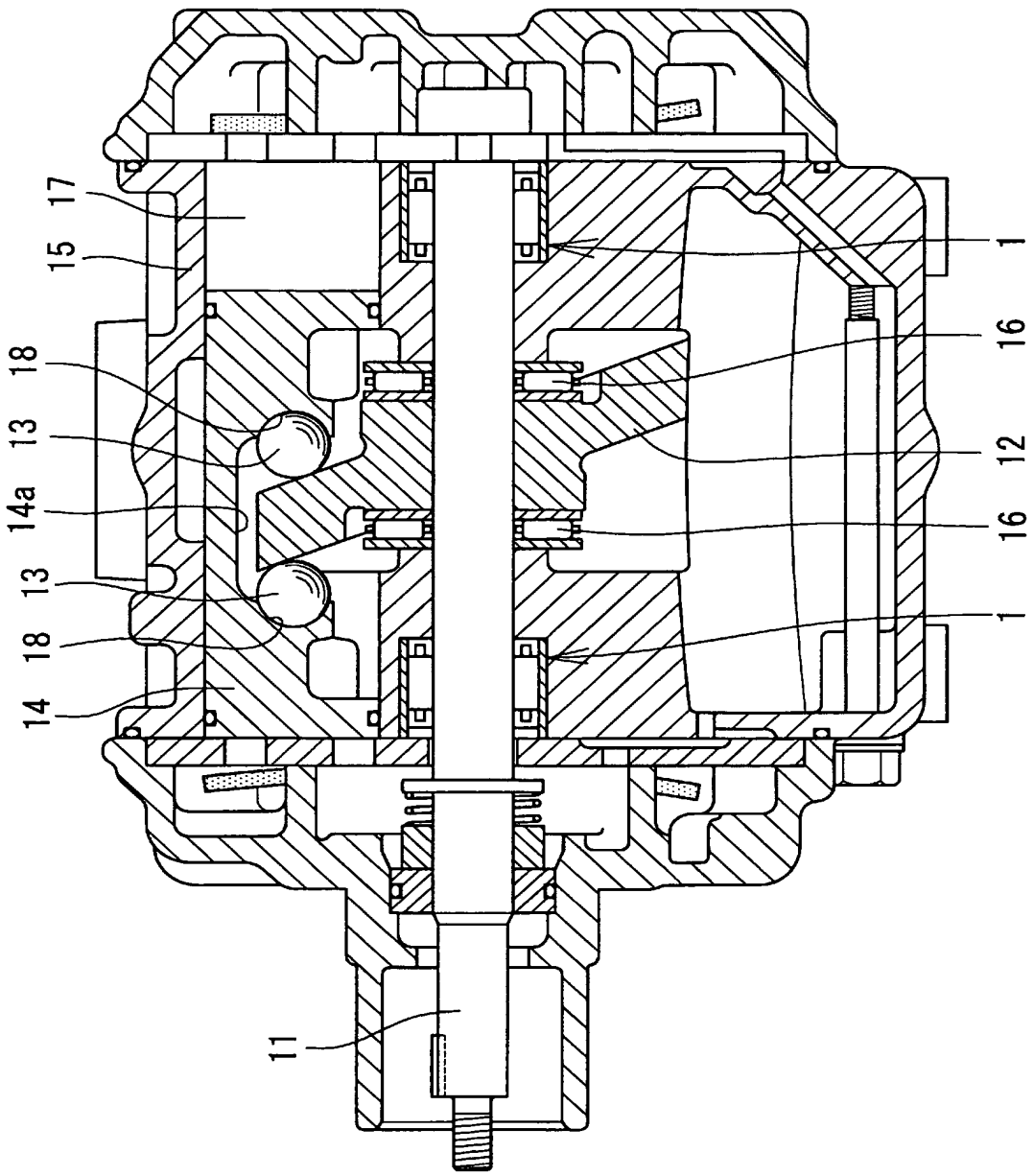
[図5]



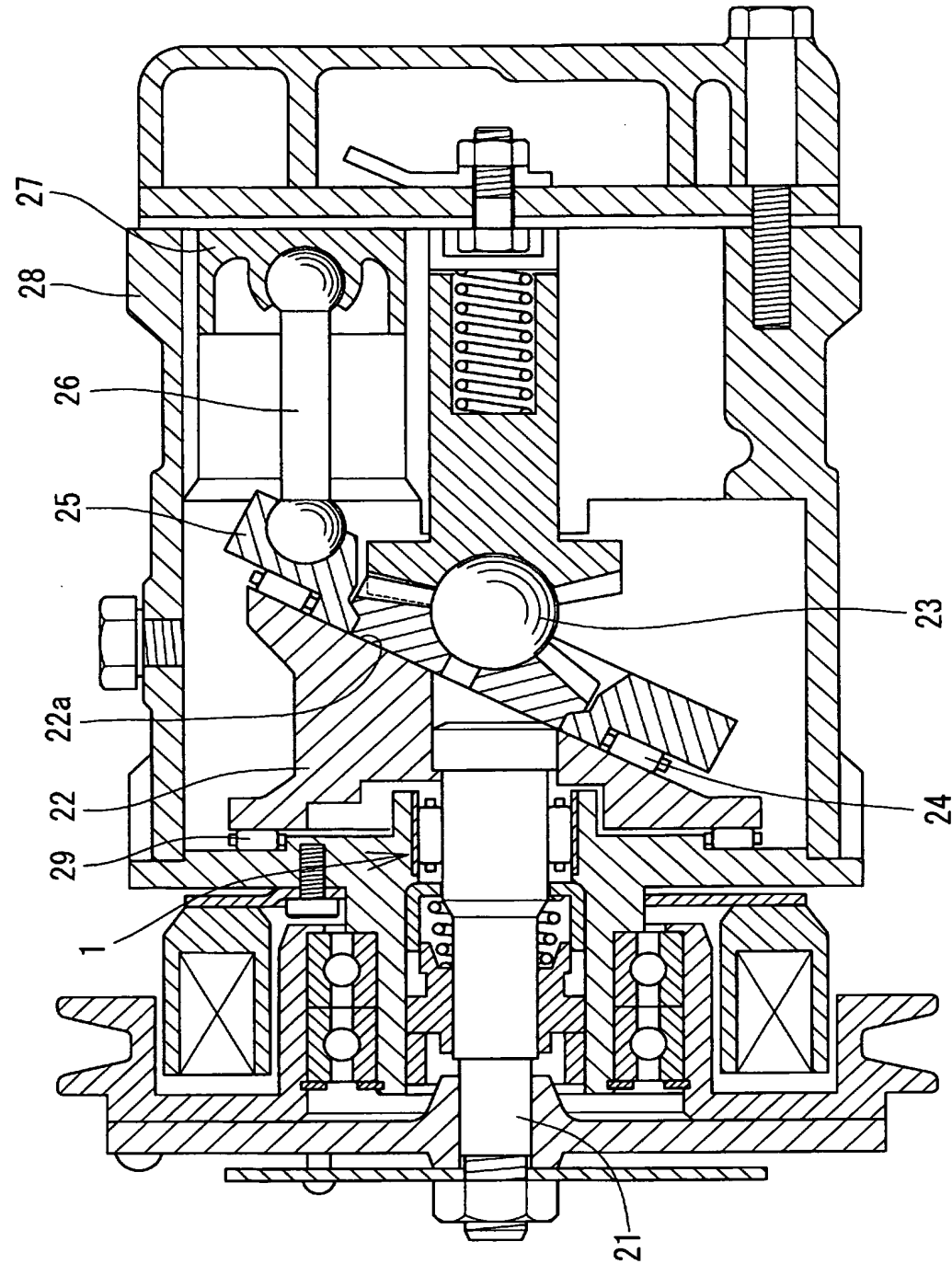
[図6]



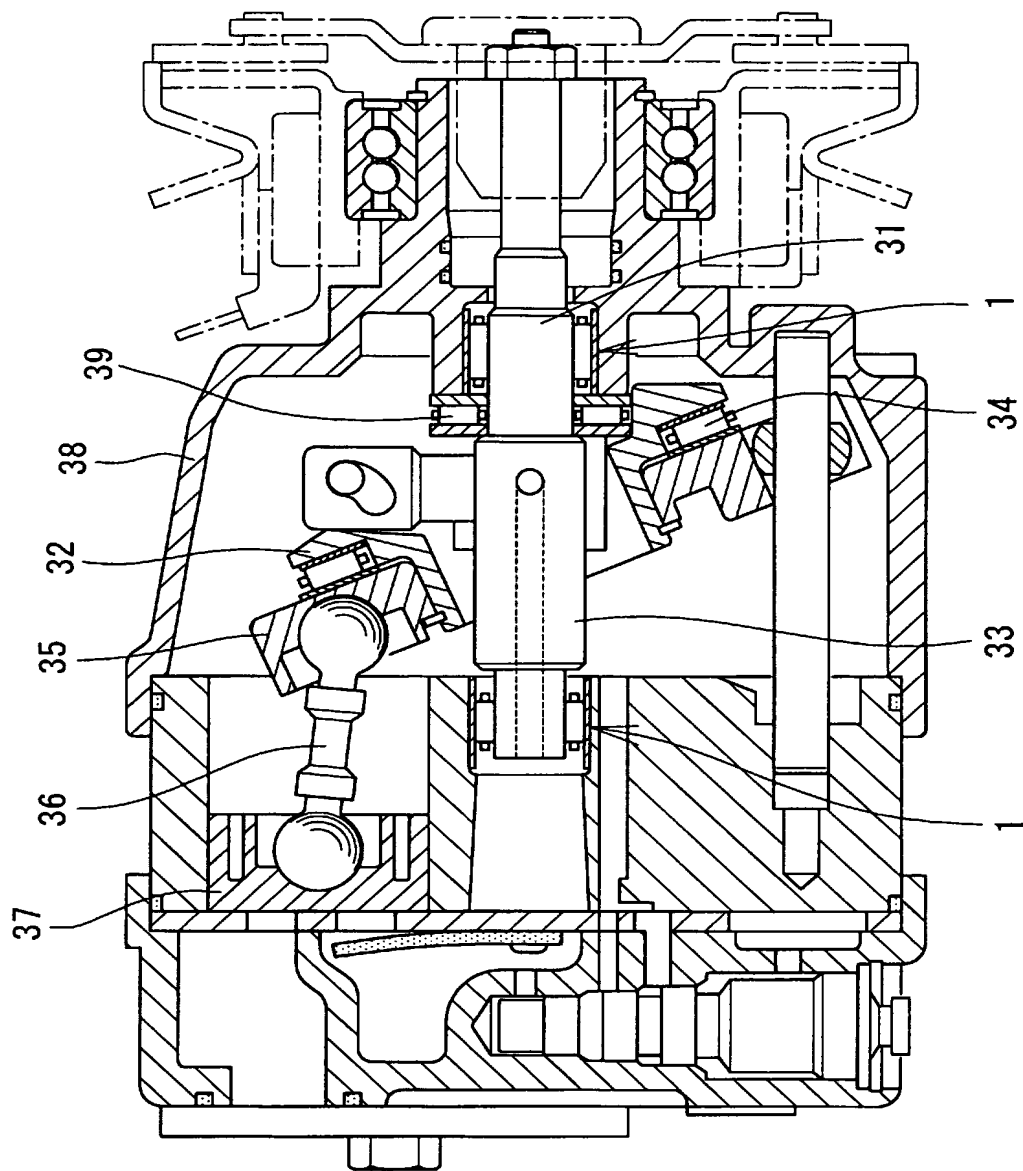
[図7]



[図8]

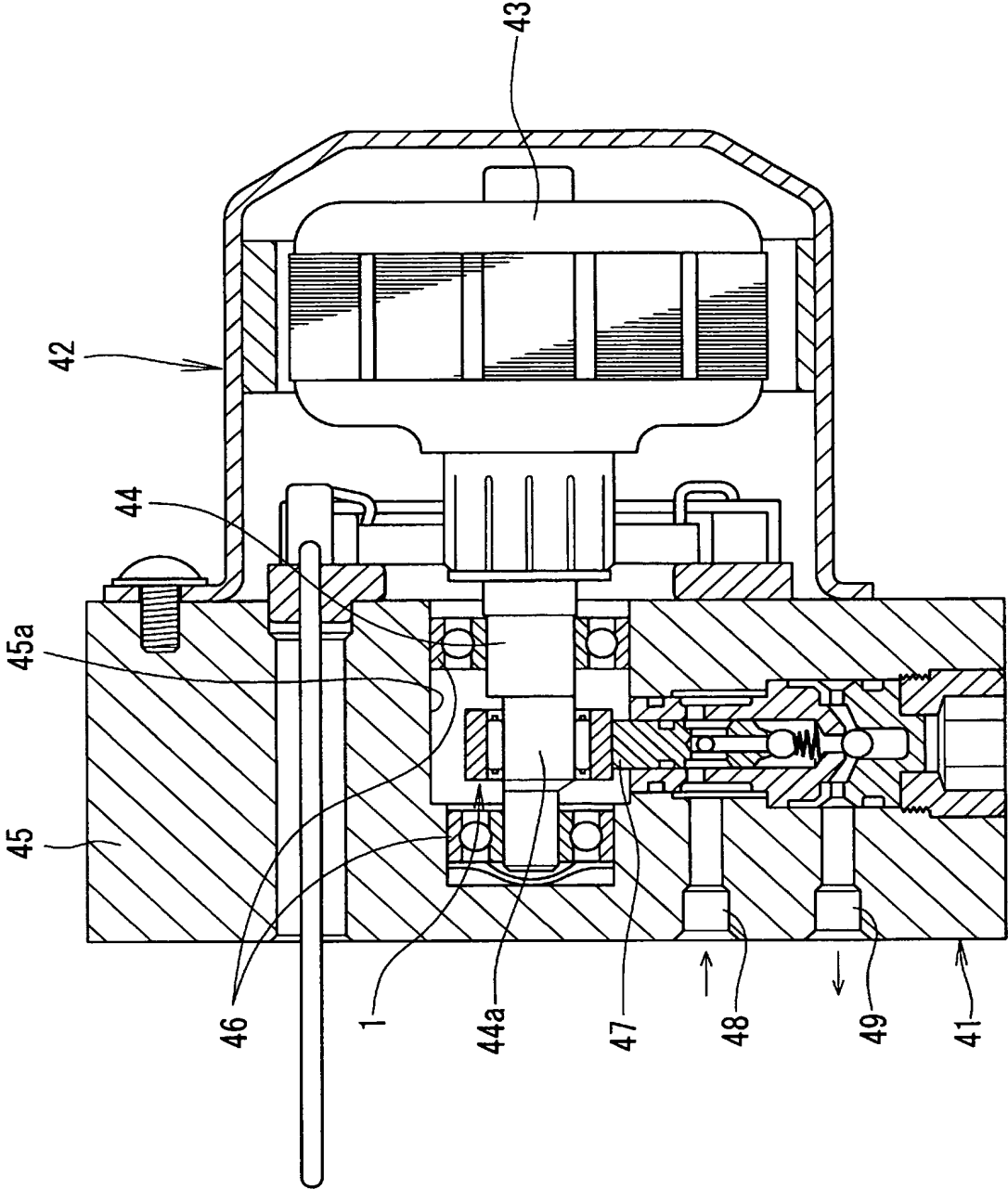


[図9]

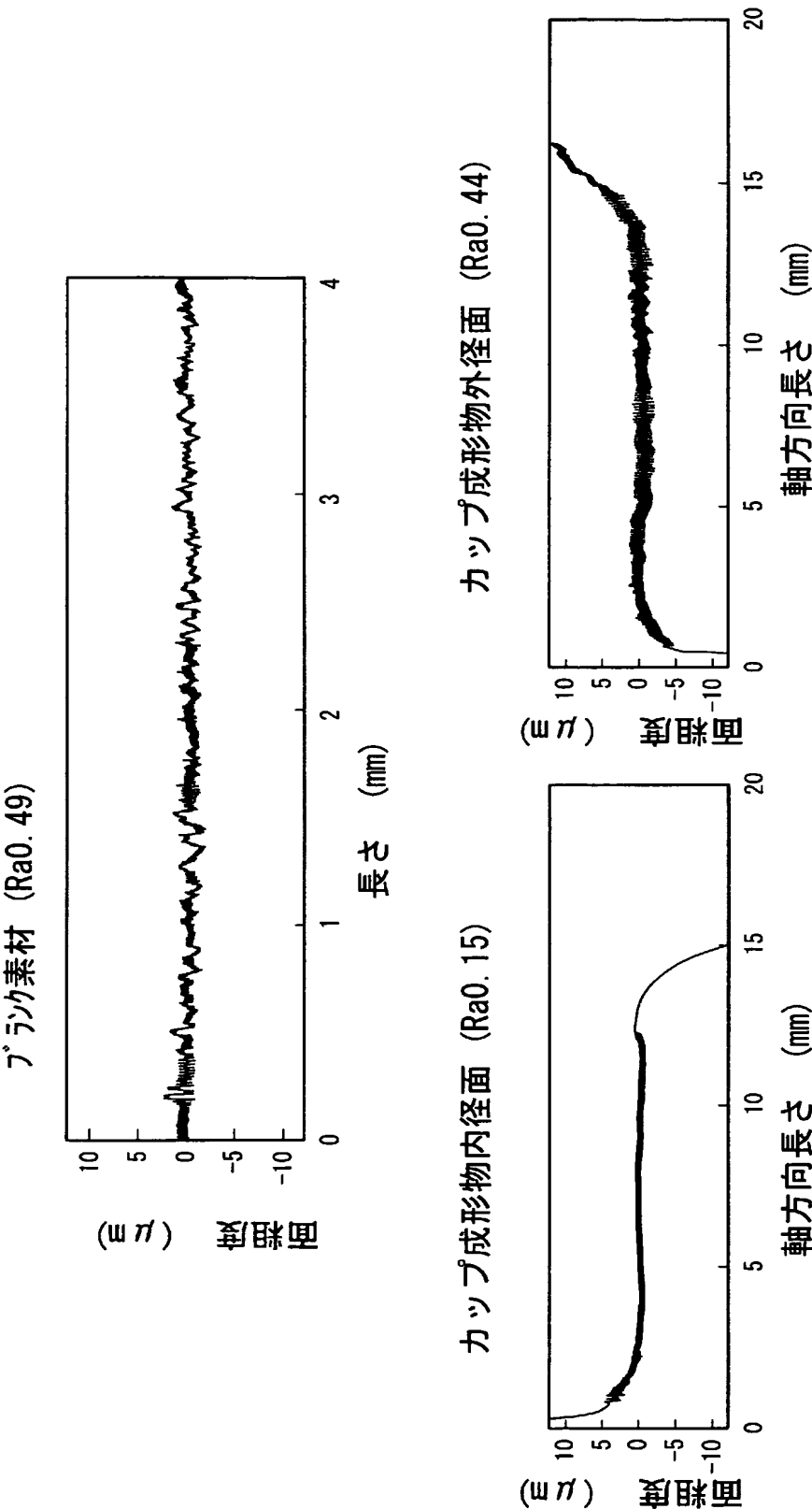




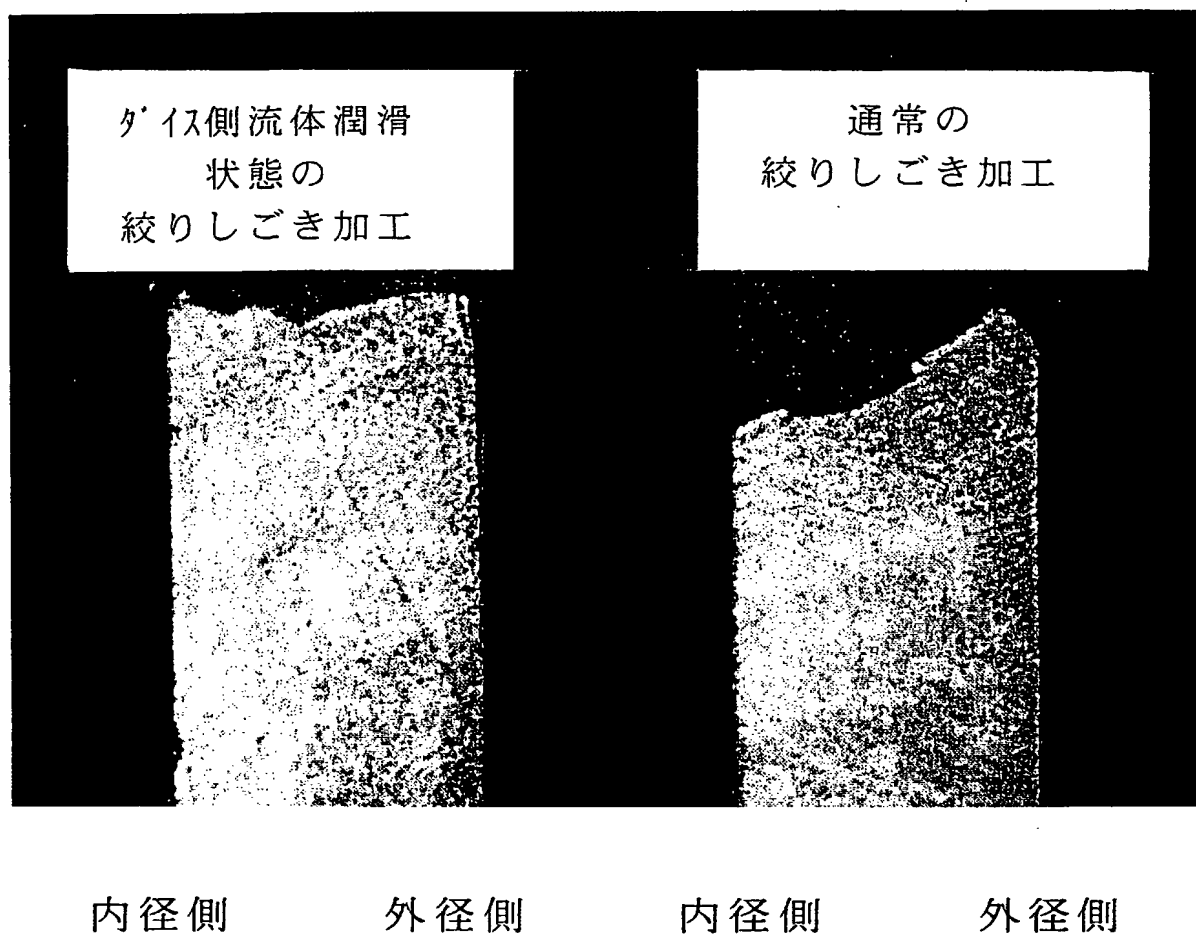
[図10]



[図11]



[図12]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013424

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F16C19/46, 33/64, F04B53/00, 39/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F16C19/44-19/48, 33/58-33/64, F04B53/00, 39/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 4-231722 A (NTN Corp.),	1
Y	20 August, 1992 (20.08.92), (Family: none)	2-11
Y	JP 7-42743 A (NSK Ltd.), 10 February, 1995 (10.02.95), & JP 7-119748 A & US 5456538 A	2-3, 10-11
Y	JP 2000-170755 A (NTN Corp.), 20 June, 2000 (20.06.00), (Family: none)	4, 6-9
Y	JP 2003-161325 A (NSK Ltd.), 06 June, 2003 (06.06.03), (Family: none)	5-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 December, 2004 (17.12.04)

Date of mailing of the international search report  
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/013424

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-4051 A (NTN Corp.), 08 January, 2003 (08.01.03), (Family: none)	6-9
Y	JP 2002-31212 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 31 January, 2002 (31.01.02), (Family: none)	9
Y	JP 11-351145 A (NTN Corp.), 21 December, 1999 (21.12.99), Fig. 5 (Family: none)	10
Y	JP 2003-202016 A (NSK Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Fig. 4 (Family: none)	10
Y	JP 2003-222226 A (NTN Corp.), 08 August, 2003 (08.08.03), (Family: none)	11

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> F16C19/46, 33/64, F04B53/00, 39/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> F16C19/44-19/48, 33/58-33/64,  
F04B53/00, 39/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 4-231722 A (エヌティエヌ株式会社) 199 2.08.20 (ファミリーなし)	1 2-11
Y	JP 7-42743 A (日本精工株式会社) 1995.0 2.10 & JP 7-119748 A & US 5456 538 A	2-3, 10 -11
Y	JP 2000-170755 A (エヌティエヌ株式会社) 2 000.06.20 (ファミリーなし)	4, 6-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.12.2004

国際調査報告の発送日

11.1.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤村 泰智

3J

9247

電話番号 03-3581-1101 内線 3326

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2003-161325 A (日本精工株式会社) 200 3.06.06 (ファミリーなし)	5-9
Y	J P 2003-4051 A (エヌティエヌ株式会社) 200 3.01.08 (ファミリーなし)	6-9
Y	J P 2002-31212 A (光洋精工株式会社) 200 2.01.31 (ファミリーなし)	9
Y	J P 11-351145 A (エヌティエヌ株式会社) 199 9.12.21, 【図5】 (ファミリーなし)	10
Y	J P 2003-202016 A (日本精工株式会社) 200 3.07.18, 【図4】 (ファミリーなし)	10
Y	J P 2003-222226 A (NTN株式会社) 200 3.08.08 (ファミリーなし)	11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**